QL
444
M34T316
1887
Invert.
Zool.

595.3
inv. zool.
WH

MÉMOIRE DE ZOOLOGIE

PRÉSENTÉ AU CONCOURS DE 1886
POUR LA COLLATION DES BOURSES DE VOYAGE
ET AGRÉÉ PAR LE JURY.

RECHERCHES SUR LA SPERMATOGÉNÈSE

CHEZ

ASELLUS AQUATICUS

PAR

M. OSCAR TERFVE

Docteur en sciences naturelles
ancien élève de l'Université de Liége.

Quanto perfectius est totum, tanto
et sunt perfectiores partes.

BRUXELLES
IMPRIMERIE POLLEUNIS, CEUTERICK & LEFÈBURE
35, RUE DES URSULINES, 35

1887

QL
444
.M4T316
1887
Invert. Zool.

MÉMOIRE DE ZOOLOGIE

PRÉSENTÉ AU CONCOURS DE 1886
POUR LA COLLATION DES BOURSES DE VOYAGE
ET AGRÉÉ PAR LE JURY.

RECHERCHES SUR LA SPERMATOGÉNÈSE

CHEZ

ASELLUS AQUATICUS

LIBRARY OF CONGRESS
146733
MAY 9 1888
SMITHSONIAN DEPOSIT

PAR

M. OSCAR TERFVE
Docteur en sciences naturelles
ancien élève de l'Université de Liége.

Quanto perfectius est totum, tanto
et sunt perfectiores partes.

BRUXELLES
IMPRIMERIE POLLEUNIS, CEUTERICK & LEFÈBURE
35, RUE DES URSULINES, 35

1887

RECHERCHES SUR LA SPERMATOGÉNÈSE

CHEZ

ASELLUS AQUATICUS

Les recherches que j'ai entreprises au sujet de la spermatogénèse chez " *Asellus aquaticus* „ ont été faites pendant les mois de septembre, octobre et novembre. Je tiens à déclarer tout d'abord que je n'ai pas eu sous les yeux les divers stades de l'évolution des zoospermes, et que, faute de matériel approprié, je n'ai pu aborder les questions qui se rattachent à la génèse des cellules qui, une fois formées, se transforment en zoospermes. Pour ces motifs, je me suis exclusivement attaché à *l'étude de la transformation en zoospermes des cellules auxquelles s'applique la dénomination de spermatides.*

Tandis que chez beaucoup d'animaux, le lombric, par exemple, ces cellules sont nettement individualisées, quoique groupées ensemble de façon à constituer ces associations cellulaires auxquelles *de la Valette-Saint-Georges* a donné le nom de *spermatogemmes*, chez l'Aselle, les *spermatides* forment ensemble des groupes qui, pour être bien délimités et facilement isolables, ne se laissent pas aussi facilement résoudre en cellules bien distinctes les unes des autres. Il ne peut y avoir de doute cependant sur la valeur de ces amas

cellulaires; je crois pouvoir leur donner le nom de *spermatogemmes,* ou, pour parler plus exactement, celui de *nématogemmes.*

La nomenclature de *de la Valette-Saint-Georges* a été complétée et précisée dans ces derniers temps par l'introduction de quelques mots nouveaux. Dans son excellent travail sur l'ovogénèse et la spermatogénèse chez *Branchiobdella, Walter Voigt* (1) a proposé le nom de *spermatides*, pour désigner les cellules nées de la multiplication des *spermatocytes* et qui se transforment directement en *spermatosomes* ou spermatozoïdes.

De la Valette-Saint-Georges (2) a accepté ce terme. *Sertoli* (3) avait employé le mot *nématoblaste* pour désigner la spermatide après l'apparition du filament caudal du spermatosome. Ce mot, employé par MM. *Renson* (4) *Swaen et Masquelin* (5), dans leurs travaux récents, a donné lieu à la création, par ces derniers auteurs, du mot *nématogemme*, pour distinguer les groupes cellulaires formés par une association de *nématoblastes*, des *spermatogemmes* constitués par un groupe de *spermatocytes.*

Je n'ai pas eu sous les yeux de *spermatogemmes* dans le sens restreint du mot, et le point de départ des recherches dont je vais rendre compte, répond aux *nématogemmes* de *MM. Swaen et Masquelin. Cette étude portera donc exclusivement sur la formation des spermatosomes ou spermatozoïdes*

(1) *Walter Voigt.* Ueber. Ei und Samenbildung bei Branchi obdell Arbeiten aus dem Zool. Zoot. Inst. in Würzbourg von C. Semper (Bd. VII Hft. III, 1885, p. 310.

(2) *De la Valette-Saint-Georges.* Spermatologische Beiträge, 1te Mitth. Arch. fur. mikr. Anat. 1885.

(3) *Sertoli.* Sulla struttura dei canalicoli semineferi e lo swiluppo dei nemaspermi. Turino, 1874.

(4) *G. Renson.* De la spermatogénèse chez les mammifères. Archives de Biologie, 1882.

(5) *Swaen et Masquelin.* Étude sur la spermatogénèse. Arch. de Biologie, 1883.

aux dépens des spermatides ou nématoblastes constituant ensemble des nématogemmes.

Il est possible que les saisons exercent une influence sur la spermatogénèse chez l'Aselle, et que le défaut des jeunes stades pendant la période que j'ai consacrée à son étude, tient à ce que certaines phases se rencontrent exclusivement à certaines époques de l'année. Sans vouloir affirmer qu'il en est ainsi, j'ai été forcé par les circonstances à limiter le sujet du présent travail. Je ne puis pas même me flatter d'avoir résolu, dans tous ses détails, la question de la transformation du *spermatide en spermatozoïde.* J'espère toutefois que mes observations contribueront quelque peu à étendre nos connaissances à ce sujet.

La question si longtemps controversée du rôle que joue le noyau dans l'édification du zoosperme, a fait dans ces dernières années d'immenses progrès.

L'opinion de Kölliker (1), d'après laquelle le zoosperme tout entier dériverait d'un noyau de cellule, fort compromise à partir du jour où *Schweigger-Seidel* (2), recourant aux matières colorantes, démontrait pour la première fois, que seule la tête du zoosperme présente les réactions nucléaires, ne compte plus guère de partisans.

Dans une publication récente, l'illustre naturaliste de Wurzbourg (3), sans apporter à la solution du problème de nouvelles observations, a cherché à interpréter dans un sens favorable à son ancienne doctrine les récentes recherches sur la spermatogénèse et la fécondation. Nous doutons fort que cette publication ait rallié, à l'opinion de *Kölliker,* beaucoup d'histologistes modernes. D'autre part, la manière de voir d'après laquelle le noyau n'interviendrait en rien dans

(1) *Kölliker.* Die bildung, etc... Denkschriften der Schweitz. Gesellsch. für die gesamm. Naturwissensch. t. VIII, 1846.

(2) *Schweigger-Seidel.* Archiv. fur mik. anat. 1865.

(3) *Kölliker.* Die Bedeutung der Zellkern für die Vorgänge der Vererbung Zeits. fur. wissens. Zoolog. Bd. XLII.

la génèse du zoosperme, peut être aussi considérée comme définitivement abandonnée, quoique dans son mémoire relativement récent sur la fécondation, *Fol* (1) se soit déclaré l'adepte de cette doctrine.

L'immense majorité des auteurs sont aujourd'hui unanimes à professer la théorie formulée la première fois par *Henle* (2) en 1854, d'après laquelle, non seulement le noyau mais aussi le corps protoplasmique du spermatocyte, interviendraient dans la formation du spermatozoïde. La queue et la pièce intermédiaire (Mittelstück) sont à n'en point pouvoir douter, conformément à l'opinion de *Henle* et de *Schweigger-Seidel* (3), des produits du protoplasme cellulaire; la tête du spermatozoïde procède du noyau de la cellule.

Mais il s'en faut que l'accord soit établi sur la transformation que subit l'élément nucléaire du spermatocyte avant de devenir la tête du spermatozoïde.

Deux opinions bien différentes se trouvent en présence. Dans l'opinion de *Flemming* (4), fondée sur l'étude de la spermatogénèse chez la *Salamandre*, la tête du spermatozoïde prendrait naissance à l'intérieur du noyau sous la forme d'un cordon qui, s'allongeant de plus en plus, se contournerait dans l'intérieur de la membrane nucléaire, et ne se redresserait qu'après la disparition de l'enveloppe du noyau. Ce cordon se développerait tout entier et exclusivement aux dépens du réticulum nucléaire, aux dépens de cette substance qui a reçu de *Flemming* le nom de *chromatine*.

Le réseau subirait une rétraction progressive; il donnerait lieu à un boudin s'allongeant peu à peu et se condensant, si

(1) *Fol.* Recherches sur la fécondation et... (Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève 1879.)

(2) *Henle.* Handbuch der Anatomie des menschen. Bd. IX. Lef. II, p. 356.

(3) *Schweiger-Seidel.* Loc. cit.

(4) *Flemming.* Beiträge zur Kenntniss der Zelle und Jhrer Lebenserscheinungen. (III^ter Th. Archiv. f. mik. anat. 1882. Bd. 20.)

l'on peut ainsi s'exprimer, de façon à se transformer en un cordon, homogène au moins en apparence. C'est ce cordon chromatique qui, après redressement, constituerait la tête du zoosperme.

La plupart de ceux qui ont étudié dans ces derniers temps la spermatogénèse, voire même chez la Salamandre qui a fourni à *Flemming* les images si nettes qui lui ont permis de formuler l'opinion que nous venons de rappeler, n'admettent pas que la tête du zoosperme soit le produit d'une série de modifications *intra-nucléaires*.

La tête du spermatozoïde se produirait aux dépens du noyau entier et non pas seulement aux dépens de sa charpente chromatique. Le noyau subirait une série de changements *extérieurs* intéressant avant tout la forme de l'élément. Chez les *Sélaciens*, par exemple *(de la Valette* (1), *Jensen)* (2) et chez la *Salamandre (Swaen et Masquelin)* (3), le noyau arrondi d'abord s'allongerait progressivement en un bâtonnet de plus en plus grêle. Tandis que chez les Sélaciens, d'après les observations de *de la Valette et Jensen*, le noyau allongé se contournerait dans l'intérieur du corps cellulaire pour se redresser ensuite ; chez la Salamandre, ce stade contourné ferait défaut s'il faut en croire *MM. Swaen et Masquelin*, et le noyau allongé en un gros boudin d'abord, en une tigelle de plus en plus grêle ensuite, resterait constamment rectiligne. Ces auteurs n'ont rien vu qui rappelle le stade pelotonné du bâtonnet nucléaire des Sélaciens, du cordon chromatique décrit par *Flemming* chez la Salamandre.

La question de savoir si le cordon chromatique contourné tel qu'il a été décrit tout d'abord par *Balbiani* (4) dans les

(1) *La Valette Saint-Georges* De spermotosomatum evolutione in Plagiostomis. Bonn. 1876.

(2) *Jensen*. Recherches sur la spermatogénèse. Arch. de Biolog. 1883.

(3) *Swaen et Masquelin*. Loc. citat.

(4) *Balbiani*. Sur la structure du noyau des cellules salivaires chez les

cellules salivaires de *Chironomus*, et signalé depuis dans les cellules des épithéliums de plusieurs Arthropodes, constitue une disposition typique des noyaux cellulaires en général; si le réseau chromatique des noyaux, admis par beaucoup d'histologistes modernes peut ou non se ramener à un cordon unique fortement pelotonné, est loin d'être résolue. Mais il semble tout au moins que chez les Arthropodes le type découvert par *Balbiani* soit extrêmement répandu. Il y a lieu de se demander, dès lors, si à raison de cette circonstance, les Arthropodes ne constituent pas un matériel exceptionnellement avantageux pour l'étude de la spermatogénèse en général, et plus particulièrement pour la solution de la question soulevée par les observations contradictoires de *Flemming*, d'une part, de *de la Valette*, *Jensen*, *Swaen* et *Masquelin* de l'autre.

C'est cette question que nous avons eu en vue de résoudre, ou tout au moins nous avons fait tous nos efforts pour tâcher d'apporter à sa solution quelques nouveaux éléments.

Il existe deux travaux sur la spermatogénèse chez *Asellus aquaticus*.

En 1854, *Zenker* (1), à la suite de ses recherches sur la formation des zoospermes chez l'Aselle, exprima l'opinion qu'il existerait chez ce crustacé deux sortes de zoospermes.

L'on sait que *Siebold* et *Leydig* (2) avaient établi le fait en ce qui concerne la Paludina vivipara. Mais il suffit de jeter un coup d'œil sur les figures que *Zenker* a publiées, pour reconnaitre que les éléments qu'il a considérés comme représentant deux formes de spermatozoïdes sont, d'une part, les queues, d'autre part les têtes des zoospermes de l'Aselle.

Plus récemment *M. Gilson* (3) a repris l'étude des élé-

larves de Chironomus. Zool. Anz. n° 4. Jahrg. n° 99, p. 637 et n° 100, p. 662.

(1) *Zenker*. Ueber Asellus aquaticus. (Archiv. f. Naturgesch., 20 Jahrgang., 1854.)

(2) Ueber Paludina vivipara. Zeits. fur. wiss. zool. Boll. II. 1850.

(3) *Gilson*. Étude comparée de la spermatogénèse chez les Arthropodes. (La cellule, T. 1, 1885.)

ments spermatiques chez le même animal. Il me paraît bien difficile d'utiliser pour des recherches ultérieures les données de cet auteur et cela pour plusieurs raisons. La première, c'est qu'il est absolument impossible de se rendre compte de ce que *M. Gilson* a vu, et de distinguer ses observations de ses interprétations, inductions et déductions. La seconde, c'est que les images qu'il donne s'écartent si complètement des objets que j'ai eus moi-même sous les yeux, que je ne trouve aucun moyen de concilier mes observations avec ses figures. Je n'ai jamais rien vu qui rappelât ni de près ni de loin les objets sur lesquels M. Gilson fonde ses conclusions; d'autre part, cet auteur ne mentionne aucune des images que je vais décrire. C'est tout ce que je puis dire de ce mémoire.

Avant d'entrer dans les détails de l'évolution des éléments spermatiques, je ne crois pas inutile de dire quelques mots de l'appareil sexuel mâle de l'Asellus. Comme chez la plupart des crustacés, l'appareil sexuel mâle de l'Aselle est composé de deux moitiés latérales symétriques, complètement séparées l'une de l'autre. Chacune d'elles se compose d'un canal dans lequel viennent déboucher trois poches ou cœcums. Le canal a une direction antéro-postérieure, et vient s'ouvrir dans un appendice cylindrique à l'extrémité du dernier anneau thoracique. Les cœcums sont disposés l'un à la suite de l'autre et obliquement par rapport au canal. Ce canal, nous l'appellerons canal déférent, les poches qui y débouchent, cœcums ou sacs testiculaires. Cet appareil mâle est facile à isoler; si on maintient l'extrémité antérieure de l'animal au moyen d'une aiguille, et si d'autre part après avoir saisi avec l'abdomen le dernier segment thoracique, on exerce une légère traction sur ce dernier, on parvient presque toujours à isoler les organes sexuels.

Le contenu des cœcums testiculaires est difficile à déchiffrer; il n'est pas possible, en examinant les organes entiers, qu'on les ait ou non traités au préalable, d'analyser leur

structure et leur contenu. Cependant, il est un fait que l'on constate généralement à l'inspection de chaque appareil mâle : c'est que le contenu des sacs testiculaires est presque toujours différent pour chacun d'eux. Les trois cœcums renferment des éléments spermatiques inégalement développés. Chaque sac testiculaire est-il le siège de toutes les phases de l'évolution des spermatozoïdes, ou bien cette évolution s'accomplit-elle successivement dans les trois cœcums ? Différentes raisons me portent à accepter la première hypothèse.

D'abord, si le développement des spermatozoïdes s'accomplissait successivement dans les trois sacs, il est évident que ce développement se ferait d'avant en arrière, les spermatozoïdes les plus avancés se trouvant dans le cœcum le plus proche de l'orifice du canal déférent. Or, j'ai constaté à différentes reprises que le sac le plus éloigné de cet orifice, renfermait des spermatozoïdes plus avancés dans leur développement que ceux qui se trouvaient, par exemple, dans le cœcum médian.

Ensuite, il est un fait qui ressort avec évidence de l'examen des organes non dissociés, et que l'on peut constater, soit en les examinant dans le sérum artificiel, soit en les traitant au préalable. C'est que dans chaque sac testiculaire il existe deux masses d'éléments à des états de développement tout à fait différents. La plus grande partie de chaque cœcum bien développé est occupée par un nombre considérable de faisceaux filamenteux, *nématogemmes* plus ou moins avancés ; mais, en outre, on trouve dans chacun d'eux un amas plus ou moins volumineux, formé par une masse granuleuse avec nombreux noyaux disséminés. C'est ce qui se voit surtout fort bien si l'on examine des séries de coupes transversales de l'organe. L'appareil isolé est traité par l'acide osmique à 1 °/₀, les alcools successifs, puis coloré au picro-carmin ou au carmin boracique. La fig. (I. Pl. II.) représente une semblable coupe faite à travers un cœcum

traité par l'acide osmique, puis coloré au picro-carminate d'N H^3. Comme on le voit, la coupe présente un contenu et une paroi. La paroi est formée par une membrane à double contour bien net, et dans laquelle on distingue des noyaux de cellules à caractères bien différents. Suivant une certaine étendue, ils sont aplatis et absorbent fortement les matières colorantes ; suivant une autre partie, ils sont sphériques et logés dans une saillie ou un épaississement de la membrane vers l'intérieur du cœcum. Cette différence de noyaux dans l'étendue de la paroi, correspond, comme on le voit sur la coupe, aux différences dans le contenu du sac testiculaire. Il est même intéressant de constater que, dans la paroi de la portion du cœcum testiculaire qui renferme des *nématogemmes* plus ou moins avancés dans leur développement, les noyaux des cellules présentent des caractères semblables à ceux des cellules de l'épithélium du canal excréteur.

Le contenu du sac testiculaire peut être nettement distingué en deux masses : 1° une masse caractérisée par la présence de nombreux noyaux tous semblables entr'eux, empâtés dans une substance granuleuse commune. Je n'ai pu distinguer dans cette masse la moindre délimitation cellulaire ; je la désignerai sous le nom de *masse spermatogène.*

La seconde masse est formée d'éléments filiformes coupés dans toutes les directions et dont l'analyse est par là même très difficile. Il n'y a pas de doute cependant qu'il s'agit là de *nématogemmes* plus ou moins avancés dans leur développement.

Dans ma manière de voir, la *masse spermatogène* serait destinée à donner naissance à une nouvelle génération de *nématogemmes*, après l'expulsion dans le canal déférent des *nématogemmes* actuellement en développement dans la cavité du cœcum. La spermatogénèse se ferait donc, si l'on peut en juger par l'étude anatomique de l'appareil mâle, par poussées successives ; elle serait discontinue.

J'ai constaté plusieurs fois un fait fort remarquable : c'est que les cœcums testiculaires diminuent de volume et que le canal déférent se distend lorsque les spermatozoïdes arrivent à maturité dans les cœcums. Cette observation se concilie très bien avec la manière de voir que je viens de formuler et s'explique d'elle-même. Les *nématogemmes* très avancés dans leur développement étant expulsés du cœcum testiculaire, et celui-ci ne renfermant plus alors que la masse spermatogène, rien d'étonnant à ce que la cavité du cœcum se réduise, et que par conséquent l'organe diminue de volume. Le canal excréteur, au contraire, gorgé de produits sexuels, acquiert un diamètre plus considérable.

L'examen des appareils entiers et des coupes transversales pratiquées dans les cœcums m'a donc permis de tirer les conclusions que je viens de formuler. Elles demandent à être vérifiées, et je poursuis mes études sur ces points que je n'ai pu approfondir. Si mon travail a l'honneur d'être agréé par le jury, j'espère être en mesure, lors de la défense publique, de lui communiquer le résultat de mes nouvelles recherches.

J'en arrive maintenant à l'objet spécial du présent travail. Avant de procéder à l'isolement des appareils sexuels, je plaçais mes aselles dans le sérum artificiel pendant une ou deux minutes, et j'opérais ma dissection dans le même liquide.

J'examinais ensuite l'appareil aussi dans une goutte de sérum; je crois de la sorte avoir soustrait complètement les éléments spermatiques à l'action de l'eau.

Soit qu'un cœcum ait été brisé pendant la dissection, soit que le canal déférent ait été déchiré, l'on peut voir souvent le contenu de l'appareil s'écouler sous ses yeux et se répandre dans la préparation. Cette circonstance est souvent favorable en ce qu'elle permet, sans dissociation par les aiguilles, l'observation très facile des éléments spermatiques. Il est d'ailleurs facile de pratiquer semblable dissociation dans les

cas où l'appareil est resté intact. Le stade le plus jeune que j'aie observé et que je considère comme les *nématogemmes* est représenté par la fig. (1 Pl. I).

(Toutes les images qui forment la planche I ont été observées dans le sérum artificiel. Celles qui composent la planche II, ont été données par l'action des matières colorantes.)

Le *nématogemme* est formé par un amas irrégulier de corpuscules sphériques réfringents réunis entre eux par une substance finement granuleuse. De cet amas part un faisceau de longs et fins filaments, distincts à leur origine, mais s'agglutinant bientôt l'un à l'autre. Ils forment ainsi une espèce de cône dont la base repose sur l'amas des corpuscules. Sur la base du cône, se continuent des granulations de substance semblable à celle qui unit entre eux les corpuscules.

Dans cet état, ces corps réfringents sont peu apparents, cachés qu'ils sont par la substance granuleuse qui les agglutine. On les distingue cependant avec netteté le long des bords du nématogemme.

Dans ces groupes, il est pour ainsi dire impossible d'observer d'où partent les longs filaments. J'ai pu heureusement observer un élément isolé représenté dans la fig. (2. Pl. I) où l'on voit avec netteté que le long flagellum part d'un point de la surface du corpuscule où sont agglutinées quelques granulations. Ils est donc éminemment probable que, dans les *nématogemmes*, chaque corpuscule réfringent porte de même son long filament.

Ma fig. (1.) présente une singulière analogie avec le *spermatogemme* que *Jensen* (1) a dessiné dans son travail (Pl. XXI. fig. 30).

Abstraction faite de la vacuole claire qui n'existe pas dans le *nématogemme* que j'ai figuré, le *spermatogemme* de R. cla-

(1) *Jensen*. Loc. cit.

vata est constitué d'un amas de corpuscules sphériques agglutinés entre eux par une substance granuleuse, et d'un faisceau de filaments partant de cet amas. On pourrait peut-être considérer, à l'exemple de Jensen, la substance granuleuse unissant les corpuscules réfringents dans mon *nématogemme*, comme représentant le *cytophore*.

En ce qui concerne les corpuscules réfringents, on peut se demander si ce ne sont que de simples noyaux de cellules, ou s'ils représentent des cellules entières. Jensen les considère comme de véritables cellules.

Chez l'aselle, il paraît évident que ces éléments sont bien des cellules complètes.

J'ai traité ces *nématogemmes* par différentes méthodes et une seule m'a donné de bons résultats. Elle consiste en l'emploi de l'acide acétique à 25 °/₀ suivi de la coloration par le vert de méthyle légèrement acidulé. La fig. (3. Pl. II.) représente un *nématogemme* ainsi traité. Comme on le voit, les longs filaments restent incolores ; suivant l'espace où sont disséminées les granulations, ils paraissent cependant colorés, mais le fait est dû à ce que les granulations elles-mêmes ont assez fortement fixé la matière colorante.

Dans les corpuscules sphériques, on aperçoit très nettement un cordon chromatique (fig. 2 et 3 pl. II.) tantôt contourné dans tous les sens, tantôt formant lui-même un cercle inscrit dans le corpuscule. Le contour du noyau semble avoir disparu, sa portion achromatique s'est confondue avec le protoplasme cellulaire, et il n'y aurait plus d'apparent que la partie chromatique figurée ici sous forme de cordon. La disparition du contour nucléaire a été également constatée par *Flemming* chez la Salamandre.

La fig. (2. pl. II.) représente deux corpuscules réfringents auxquels on ne distingue pas de flagellum. Il est plus que probable qu'ils ont été arrachés dans le cours des manipulations. Le corpuscule (*b*) montre en (*c*) un point plus foncé où probablement était inséré le flagellum.

Mes fig. (3 et 4. Pl. I.) représentent un stade plus avancé du développement; le corpuscule réfringent a commencé à s'étirer dans un sens seulement. A l'extrémité de la portion étirée, se trouvent encore quelques granulations où est inséré le long filament. Ces éléments affectent d'ailleurs le même aspect réfringent que les corpuscules décrits plus haut.

La fig. (4. Pl. II) rend compte, ce me semble, d'un stade analogue traité par le vert de méthyle. Le corpuscule vient de s'étirer dans une direction, et dans cette portion étirée s'engage le cordon chromatique qui commence à se dérouler. A l'extrémité de la partie étirée se remarque encore un petit épaississement où devait s'insérer le long filament qui a été arraché. On distingue aussi très nettement une membrane, délimitant l'ensemble du corpuscule. Après une action d'une ou deux minutes, le vert de méthyle colore en violet assez intense le contenu granuleux du corpuscule, là surtout où siège le filament nucléaire.

Le stade ultérieur du développement que j'ai pu observer, diffère notablement de celui que je viens de décrire, mais peut cependant s'y rattacher fort aisément. Je le représente dans la fig. (5. Pl. I.)

Comme on le voit, les corpuscules réfringents du stade précédent se sont étirés dans deux directions diamétralement opposées, et l'étirement est beaucoup plus accentué dans un sens que dans l'autre. On remarquera que les éléments sont encore disposés en groupes comme aux stades précédents et qu'ils sont en connexion assez lâche par l'extrémité de la portion étirée la plus longue. On distingue de temps en temps en ce point quelques granulations protoplasmiques.

Dans les stades que figurent les images (5, 6 et 7. Pl. I.), il est très difficile de s'assurer d'où partent ces longs filaments, étant donnés : 1° la façon dont ils se trouvent souvent dirigés; 2° le fait que, précisément au point où ils sont fixés, les éléments spermatiques sont unis l'un à l'autre. En effet, il arrive très souvent que les filaments sont repliés sur les élé-

ments qui les portent suivant une certaine étendue, et semblent alors être fixés à l'extrémité tout à fait opposée. C'est donc grâce à l'observation d'éléments isolés que j'ai pu me rendre compte de l'insertion exacte des longs filaments. A ce stade, les éléments présentent la même réfringence que les corpuscules décrits plus haut. Si on examine avec soin l'extrémité de la portion la moins étirée (fig. 5), on constate l'existence d'un petit corps conique à sa base, s'étirant bientôt en un mince filament de longueur variable, mais toujours assez réduite. Ce corps ne présente pas l'aspect réfringent du reste de l'élément spermatique, et on le retrouve dans tous les autres stades du développement.

Sa constitution est sans aucun doute protoplasmique; jamais il ne se colore dans les préparations traitées par le vert de méthyle. Pour ne rien préjuger quant à sa valeur morphologique, je le désignerai sous le nom de *cône terminal*.

Nous ne retrouvons plus à ce stade aucune trace de la substance protoplasmique qui agglutinait les corpuscules réfringents (fig. I). Qu'est-elle devenue? à quoi a-t-elle été employée? Si l'on compare les dimensions des éléments dans les (fig. 1 et 5. Pl. I) qui sont faites au même grossissement, on constate évidemment une énorme différence. Il est donc plus que probable que la masse granuleuse que je considère comme représentant le cytophore des vertébrés, a été employée à la nutrition, c'est-à-dire, au développement des éléments spermatiques.

En comparant les (fig. 4 et 5. Pl. I), on est porté à admettre qu'il doit exister entre elles un stade intermédiaire. A ce stade doit apparaître le petit corps clair qui dans la (fig. 5) se trouve à l'extrémité de la portion la moins étirée du corpuscule. Il est évident que ce corps a dû être formé avant l'étirement du corpuscule dans cette direction. Du reste, mes images colorées ne laissent aucun doute à ce sujet.

Examinons les mêmes éléments soumis à l'action des matières colorantes. (F. 5 et 6. P. II.) Le corpuscule sphérique

s'est fortement étiré dans un sens et dans la longueur de cette portion étirée, siège un cordon chromatique d'une netteté remarquable. L'extrémité de ce cordon se recourbe légèrement, et au petit crochet ainsi formé se trouve inséré le long flagellum. On n'aperçoit pas de trace de membrane ni de protoplasme le long des bords du cordon chromatique.

La (fig. 9) qui représente un stade intermédiaire entre celui que je décris et la forme en massue (voir plus haut), semble toutefois indiquer clairement qu'il n'en existe pas. Au voisinage de la partie encore renflée du corpuscule, le cordon chromatique se rétrécit visiblement avant de pénétrer dans le corpuscule où il décrit des circonvolutions plus ou moins nombreuses et d'aspect plus ou moins différent.

Aussi, il arrive assez fréquemment que l'action de l'acide acétique provoque une rupture en ce point rétréci du cordon chromatique, et on rencontre alors des images semblables à celle que j'ai représentée dans ma fig (7). Il arrive aussi généralement que le cordon chromatique contenu dans la capsule est disposé dans une grande partie de son trajet le long des parois de la capsule qui sont alors invisibles suivant ce trajet (Fig. 6). Par contre, les (fig. 5 et 9) montrent clairement l'existence de cette membrane. Le contenu de la capsule se colore encore en violet et on y distingue une fine granulation. Le cône terminal que j'ai signalé aux stades précédents, reste incolore et très apparent.

La fig. (6. Pl. I) n'est qu'un stade intermédiaire entre celui que représente la fig. (5) et le stade que j'appelle stade en massue.

L'étirement du corpuscule s'est accentué davantage pour certains éléments. Leurs rapports, leur aspect et leurs détails de structure sont exactement les mêmes qu'aux stades antérieurs.

Dans la fig. (7) tous les éléments affectent la forme d'une massue et sont plus nombreux que dans les groupes précédents. Comme pour ceux-ci, on en voit surgir un faisceau de

longs filaments qui sont insérés, comme je le disais plus haut, à l'extrémité de la poignée de la massue. J'ai représenté (fig. 8 et 9) quatre éléments qui indiquent le passage insensible à la forme d'une massue. Dans ces images, on voit très nettement l'insertion du long flagellum, c'est-à-dire de la queue du spermatozoïde. On aperçoit aussi à l'extrémité de chaque élément le petit cône terminal signalé plus haut.

Le même stade en massue, traité par l'acide et le vert de méthyle, est dessiné pl. II, fig. 8. Le cordon chromatique formant la poignée et régnant dans la tête de la massue, semblent être d'un diamètre moins fort qu'au stade précédent.

Ce fait résulte évidemment de l'étirement progressif qu'a subi l'élément. La tête de la massue possède encore une fine membrane et son contenu est finement granuleux. Le petit cône terminal se distingue encore très nettement à l'extrémité de la tête.

J'en arrive maintenant au dernier stade que j'aie observé, et que je considère comme l'état adulte des spermatozoïdes. Il est représenté dans les (fig. 10, 11 et 12. Pl. I). Dans ces groupes de spermatozoïdes, les queues sont généralement disposées en forme de cône (fig. 10) ou d'épi, (fig. 11). Sur une partie variable de leur étendue, nous retrouvons encore quantité de granulations paraissant être en suspension et animées de mouvements browniens. Ces queues présentent d'ailleurs tout à fait le même aspect qu'aux stades antérieurs. De la base du cône ou de l'épi, part un faisceau de filaments d'un diamètre plus fort que celui des queues, et possédant aussi un aspect plus réfringent. Ces filaments de longueur variable sont de beaucoup moins étendus que les queues. Tantôt ils sont rejetés tous d'un même côté du cône ou de l'épi (fig. 10), tantôt, ils forment dans leur ensemble une espèce de coupe plus ou moins évasée du fond de laquelle émergent les queues des spermatozoïdes (fr. 11 et 12).

Ces filaments ne sont évidemment que les corps en massue du stade précédent qui ont subi un étirement progressif.

Il est très difficile de reconnaître ici la présence du cône terminal. On aperçoit bien l'extrémité du filament sous un aspect un peu différent du reste; toutefois, cette différence est si faible, que je n'oserais affirmer la présence du cône en question, s'il ne m'était permis de l'admettre vu sa constance aux stades précédents.

Il est assez rare de rencontrer des spermatozoïdes isolés à cet état de développement. Toutefois, en établissant un courant de sérum sous le couvre-objet, on parvient assez facilement à désagréger suffisamment les amas de spermatozoïdes pour reconnaître l'insertion exacte du long flagellum.

Ce dernier stade traité par le vert de méthyle est représenté par les fig. (10 et 11. Pl. II). Les filaments auxquels sont insérées les longues queues sont colorés en vert et présentent dans toute leur longueur le même diamètre, sauf à l'extrémité libre, où ils s'étirent progressivement.

On n'aperçoit plus de trace de membrane ni de granulations en aucune partie de leur longueur. Comme dans le sérum artificiel, on ne distingue pas suffisamment le petit cône terminal pour en affirmer la présence.

J'ai représenté dans la (fig. 11) trois spermatozoïdes détachés d'un faisceau et adhérents encore quelque peu l'un à l'autre. Comme on le voit, on y distingue très nettement que le long flagellum s'insère sur un léger crochet formé par l'autre partie constitutive du spermatozoïde.

Je n'ai constaté dans les formes que je considère comme définitivement constituées, aucun mouvement bien apparent. Les amas de spermatozoïdes se déplaçaient bien dans l'étendue de la préparation, mais le déplacement était à peine perceptible. De temps à autre cependant, on voyait les filaments réfringents portant les longs flagellums se mouvoir avec plus ou moins de lenteur.

Le fait principal qui se dégage de cette étude, c'est que la tête du spermatozoïde se trouve préformée sous la forme

d'un long cordon chromatique, contourné et pelotonné sur lui-même dans la spermatide ; que ce cordon formé exclusivement de chromatine nucléaire sort peu à peu de la cellule: qu'il se met en rapport par une de ses extrémités avec le filament caudal du zoosperme ; qu'il se redresse progressivement, et que l'on ne peut plus distinguer autour de lui, quand la tête est définitivement constituée, aucune des parties achromatiques de la cellule dont il provient.

Tout au plus le cône terminal qui, comme la queue, présente les réactions du protoplasme cellulaire, constitue-t-il un dernier reste du corps protoplasmique de la spermatide.

Il semble donc que chez l'Aselle, comme chez la Salamandre, conformément aux observations de *Flemming*, la tête du spermatozoïde exclusivement formée de chromatine, procède non point d'une transformation du noyau qui s'allongerait progressivement, mais bien d'un élément morphologique préformé à l'intérieur du noyau.

Tandis que chez la Salamandre, le réseau chromatique se contracte en un boyau qui s'allonge et se condense en un cordon plein non réticulé et d'apparence homogène, chez l'Aselle, la spermatide, pour autant que les stades que j'ai eus sous les yeux permettent de conclure, la tête du zoosperme ne serait autre chose que le filament de chromatine nucléaire déroulé et étiré en longueur.

Le spermatozoïde complètement développé de l'aselle, se constitue très probablement de trois parties: *a)* un petit cône terminal achromatique ; *b)* un bâtonnet chromatique ; *c)* une queue, également achromatique.

Le petit cône terminal représente très probablement le segment pro céphalique, parfois appelé " Kopfkappe „ chez d'autres zoospermes ; il répond aux " pointe antérieure de la tête, pointe protoplasmique antérieure „ de *Jensen*.

Le bâtonnet chromatique est la tête du zoosperme. La pièce moyenne, le " Mittelstück „ de *Schweigger-Seidel* fait complètement défaut, ou tout au moins ne trouve-t-on chez

l'Aselle aucun élément que l'on puisse considérer avec quelque fondement comme la pièce intermédiaire.

Il m'eût été facile d'allonger considérablement ce travail et de faire montre d'érudition en le faisant précéder ou suivre d'un exposé historique des nombreuses recherches entreprises sur la spermatogénèse. D'excellents résumés et une bibliographie complète ont été donnés dans des travaux récents.

Il m'a paru inutile de faire ici une longue énumération d'ouvrages traitant de la spermatogénèse en géneral et de celle des Arthropodes en particulier.

Le point spécial sur lequel ont porté mes recherches n'a guère été abordé jusqu'ici faute de méthodes convenables. *Flemming* est le seul auteur qui ait fait connaître des résultats conformes à ceux que j'énonce; c'est lui qui, par ses superbes recherches sur la Salamandre, a soulevé cette question de l'origine intra-nucléaire de la tête des zoospermes. Elle n'a pu être posée que grâce aux progrès récents de nos connaissances sur la structure et la multiplication des cellules.

SUPPLÉMENT.

Lors de la défense publique de mes thèses, le jury avait exprimé le vœu de me voir ajouter à ce travail les observations que j'avais faites postérieurement à la rédaction de mon mémoire. M. le Ministre m'y ayant autorisé, je vais rendre compte de quelques faits intéressants que je n'avais pu observer dans mes études antérieures.

Quoique n'ayant pas eu sous les yeux de forme intermédiaire entre le stade du développement que j'ai appelé stade en massue et les spermatozoïdes définitivement constitués, je n'avais pas hésité à conclure du processus évolutif,

que la tête des zoospermes adultes provenait de l'étirement progressif de la massue des stades précédents. Les observations que j'ai faites ont pleinement confirmé ma manière de voir. La fig. I. Pl. III représente un de ces stades intermédiaires dans lequel on voit parfaitement que le diamètre des corpuscules en massue devient de plus en plus uniforme et tend manifestement à la forme filamenteuse des derniers stades.

Une des particularités les plus intéressantes que j'aie observées, c'est la présence d'un volumineux noyau accompagnant chaque groupe d'éléments spermatiques, aux diverses étapes de leur développement.

Les stades que j'ai représentés dans mon mémoire par les fig. 5, 6 et 7, Pl. I, je les ai retrouvés sous un aspect tout à fait semblable. La seule différence qui existe, c'est que les éléments spermatiques sont empâtés dans une masse protoplasmique renfermant elle-même un volumineux noyau. J'ai représenté dans les fig. 2, 3, 4 et 5, Pl. III quelques-uns de ces stades. Comme on le voit, les éléments spermatiques ont tout à fait la même apparence; la présence de cette masse protoplasmique avec son gros noyau n'affecte en rien le mode de développement des spermatozoïdes; il s'effectue bien comme je l'avais décrit. Les groupes d'éléments que j'ai figurés Pl. I, s'étaient détachés de la masse protoplasmique renfermant le gros noyau — du cytophore — avant leur complet développement. Les fig. 6 et 7, Pl. III représentent des nématogemmes traités par les matières colorantes. La fig. 6 est la reproduction d'un nématogemme traité par l'acide osmique à 1 °/₀ puis coloré au picrocarmin. Elle démontre bien que le noyau du spermatocyte sort de la cellule, que, à ce stade que j'ai appelé stade en massue, il n'existe déjà plus de trace de membrane ni de corps protoplasmique autour de la poignée de la massue, tandis que membrane et protoplasme sont encore parfaitement visibles à la tête de la massue.

La fig. 7 représente un groupe semblable traité par le vert de méthyle acidulé d'acide acétique ; chaque élément montre avec netteté le filament chromatique coloré en vert, enroulé à l'intérieur de la tête de la massue et formant exclusivement la poignée de cette dernière.

En comparant ces deux images, on est frappé de la différence d'aspects sous lesquels se présente la future tête du spermatozoïde. Par l'acide osmique et le picro-carmin, nous obtenons une masse chromatique homogène, rectiligne, se présentant sous forme de boyau qui semble devoir s'allonger de plus en plus. Par le vert de méthyle, au contraire, nous n'obtenons qu'un mince filament chromatique pelotonné et destiné évidemment à se dérouler progressivement pour devenir à la fin tout à fait rectiligne.

Il est intéressant de faire remarquer que, chez la Salamandre, les observations contradictoires de Flemming d'une part, de Swaen et Masquelin d'autre part, en ce qui concerne le rôle du noyau dans l'édification de la tête des zoospermes, sont basées sur des images données par les mêmes réactifs.

Dans mon mémoire, je disais que le contenu du sac testiculaire coupé transversalement pouvait être nettement distingué en deux masses : 1° une masse caractérisée par de nombreux noyaux tous semblables entre eux et empâtés dans une substance protoplasmique ; 2° une masse formée d'éléments filiformes coupés dans toutes les directions, représentant des nématogemmes plus ou moins avancés dans leur développement. J'exprimais l'opinion que la première masse était destinée à donner naissance à une nouvelle génération de nématogemmes après l'expulsion des nématogemmes en voie de développement, et que la spermatogénèse se faisait par poussées successives, qu'elle était discontinue.

Ayant tenu à confirmer mon hypothèse par de nouvelles observations, j'ai pratiqué dans différents cœcums une série de coupes transversales. Les fig. 8-18 représentent des coupes successives pratiquées dans deux sacs testiculaires du

point où ils débouchent dans le canal excréteur, jusqu'à leur extrémité.

Sur certaines d'entre elles (13, 14 et 15 A), je retrouve exactement le même contenu que celui que renferme la coupe représentée par la fig. 1, Pl. II (les noyaux présentent seuls une légère différence). On y distingue : 1° une masse de noyaux tous semblables entre eux empâtés dans une masse protoplasmique; 2° des nématogemmes coupés dans différentes directions.

Sur d'autres (f. 11, 12, 15 B et 16 (je ne rencontre que la masse spermatogène. Sur d'autres enfin (9 B, 10, 12 A), je trouve deux masses de noyaux à caractères bien différents.

L'aspect sous lequel se présentent ces deuxdernières séries de coupes se concilie très bien avec la manière de voir que j'ai rappelée plus haut. En effet, comme on peut l'observer sur des sacs entiers, la masse cellulaire contenue dans le cœcum est disposée obliquement et en occupe à peu près toute la longueur. En raison de son obliquité, son volume n'est pas le même partout, et là, où il est minimum, l'espace libre est rempli par des nématogemmes en voie de développement. La fig. (15 A) représente une section transversale faite à ce niveau. Une coupe faite dans la région du sac où la masse spermatogène en occupe toute la largeur, nous donnera l'image 11. Enfin, la présence de deux masses de noyaux à caractères bien différents peut parfaitement s'expliquer. On comprend très bien que la masse spermatogène ne se transforme pas toute d'une pièce en nématogemmes. Ces deux masses ne seraient donc que deux états de développement d'une même masse. Sur ces coupes transversales, on observe çà et là le long de la paroi du sac testiculaire de grands noyaux qui à l'extrémité du cœcum (fig. 18) en occupent à eux seuls toute la cavité. Que sont ces grands noyaux ? Correspondent-ils aux noyaux volumineux qui accompagnent les groupes d'éléments que j'ai représentés dans les fig. (2-7), et dans ce cas là, comment faut-il les envisager ?

Sur certaines coupes transversales, on observe nettement des éléments coupés dans toutes les directions disposés en groupes vis-à-vis des gros noyaux marginaux et rappelant manifestement l'aspect des nématogemmes. Chaque noyau marginal semble appartenir à un groupe particulier. Les coupes longitudinales (fig. 19) révèlent la même disposition. De plus, lorsqu'on examine un sac entier hors duquel les nématogemmes ont été expulsés sans le cytophore, on peut voir ces gros noyaux disposés suivant toute la périphérie du sac. Il est donc plus que probable que ces noyaux correspondent bien à ceux qui accompagnent les nématogemmes (fig. 2-7). Dans ce cas, on peut, ce me semble, les assimiler au Deckzellenkern de Semper, au Cystenkern de la Valette Saint-Georges, au noyau basilaire de Hermann.

Empâtés dans la masse protoplasmique qui agglutine les éléments spermatiques, et que j'avais considérée comme cytophore, ils représenteraient bien le noyau de cette formation morphologique. Comme on peut le voir sur les coupes, ces gros noyaux présentent absolument les mêmes caractères que ceux qui occupent l'extrémité du cœcum (fig. 18). Il est éminemment probable que ce sont ces noyaux qui, par divisions répétées, donnent naissance à la masse cellulaire destinée à se transformer en spermatozoïdes. On pourrait dès lors supposer avec quelque raison, que les gros noyaux marginaux, après un nombre plus ou moins grand de divisions, se sont brusquement arrêtés et ont repris peu à peu leurs caractères primitifs. Nous aurions là un fait analogue à celui que Swaen et Masquelin ont signalé chez le Taureau. Nos gros noyaux seraient assimilables aux ovules mâles inertes de ces auteurs. Pendant toute la durée du développement des nématogemmes, ils joueraient le rôle de noyau cytophoral, et après l'expulsion d'une génération d'éléments spermatiques, ils rentreraient en activité, et par de nouvelles divisions répétées, engendreraient une nouvelle masse spermatogène.

Cette hypothèse rendrait parfaitement compte du groupement des éléments spermatiques. En effet, si chaque noyau marginal se divise un certain nombre de fois, et si les produits de ces divisions se divisent à leur tour tout en restant réunis par le protoplasme de la cellule primitive il en résulte évidemment la formation de ces associations d'éléments appelées spermatogemmes.

Entre autres faits, il se dégage donc de cette étude que chez l'Aselle, il existerait un cytophore nucléé. A l'exemple de Meckel (1) Sabatier (2) et quelques autres, on est porté à admettre que chez l'Aselle, le cytophore représente la cellule-mère des spermatozoïdes.

THÈSES.

I. Le mode de développement de la tête des zoospermes, tel qu'il se présente chez la Salamandre et l'Aselle, peut rendre compte de l'opinion ancienne soutenue par Kölliker, d'après laquelle tout le zoosperme dériverait du noyau de la cellule.

II. L'on rencontre parfois deux sortes de zoospermes chez une seule et même espèce animale, mais il n'en est pas ainsi chez l'Aselle contrairement à l'affirmation de Zenker.

III. Le stade de la spermatogénèse que la Valette Saint-Georges a désigné par le terme " spermatogonie „ se distingue nettement de tous les stades précédents et subséquents de l'évolution.

(1) H. Meckel. Ueber den Geschlechtsapparat einiger hermaphroditischen Thiere. (Müller's Archive f. anat. und Physiol. 1884.)

(2) Sabatier. La spermatogénèse chez les Annélides et les Vertébrés.— (Comptes-rendus, 1882. p. 172. — Id. 1882, p. 1097.)

IV. Sous le nom de cytophore, l'on a confondu des formations morphologiques qu'il importe de distinguer.

V. Les faits n'autorisent pas à affirmer que la chromatine du zoosperme intervient seule dans le fait de la fécondation et qu'elle se confond avec l'idioplasme de Nägeli.

VI. Les Nématodes se prêtent mieux que les autres animaux pour la détermination des stades qu'il convient de distinguer dans la spermatogénèse.

Fig 1. Stade 1.

Fig 2 St.

Fig 3. S. 2

Fig 4 S 2

Fig 5. S. 3

Fig 6 S

Fig. 7 S 4

Fig 8

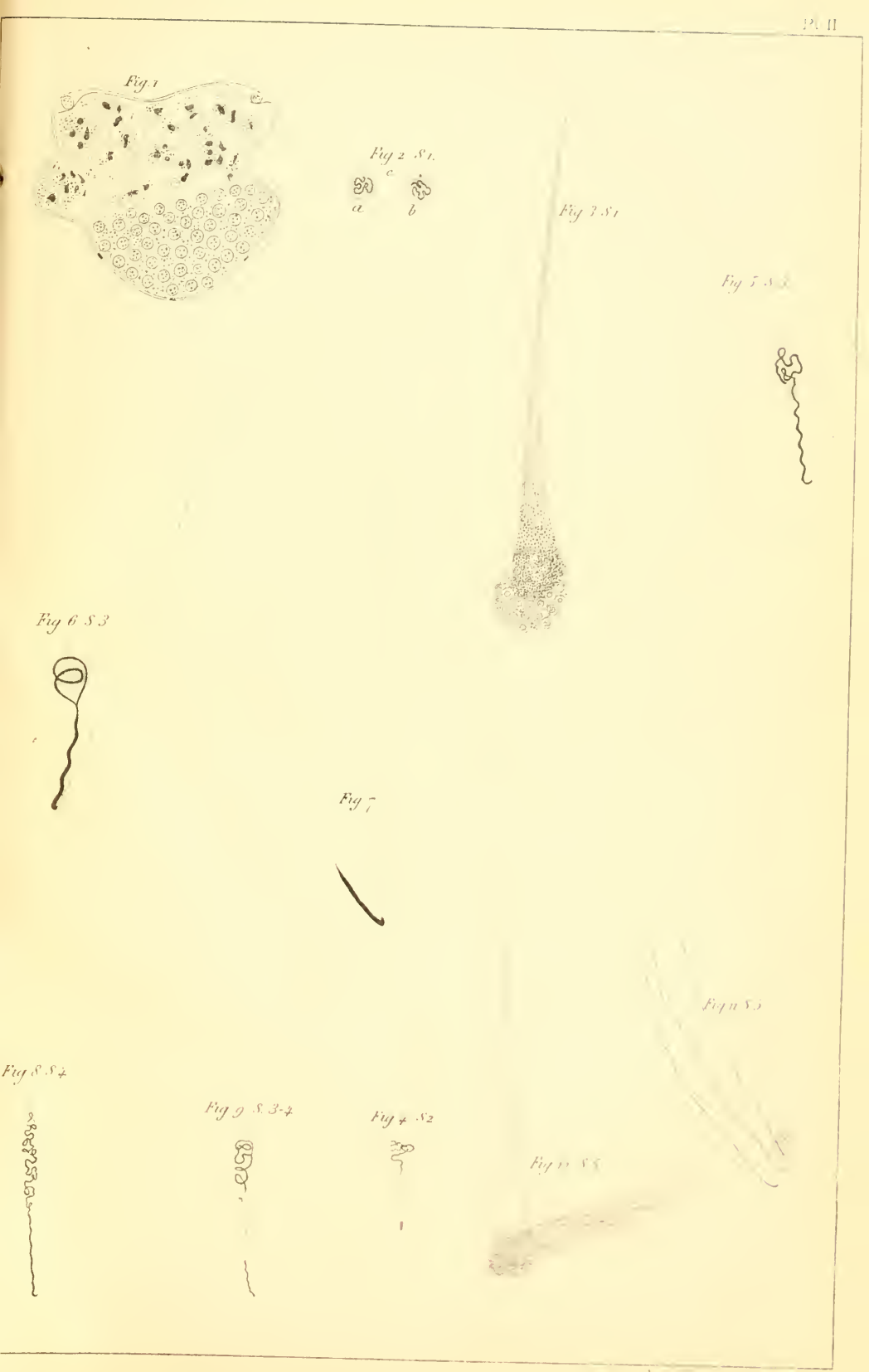
Fig 9

Fig 10 S 5.

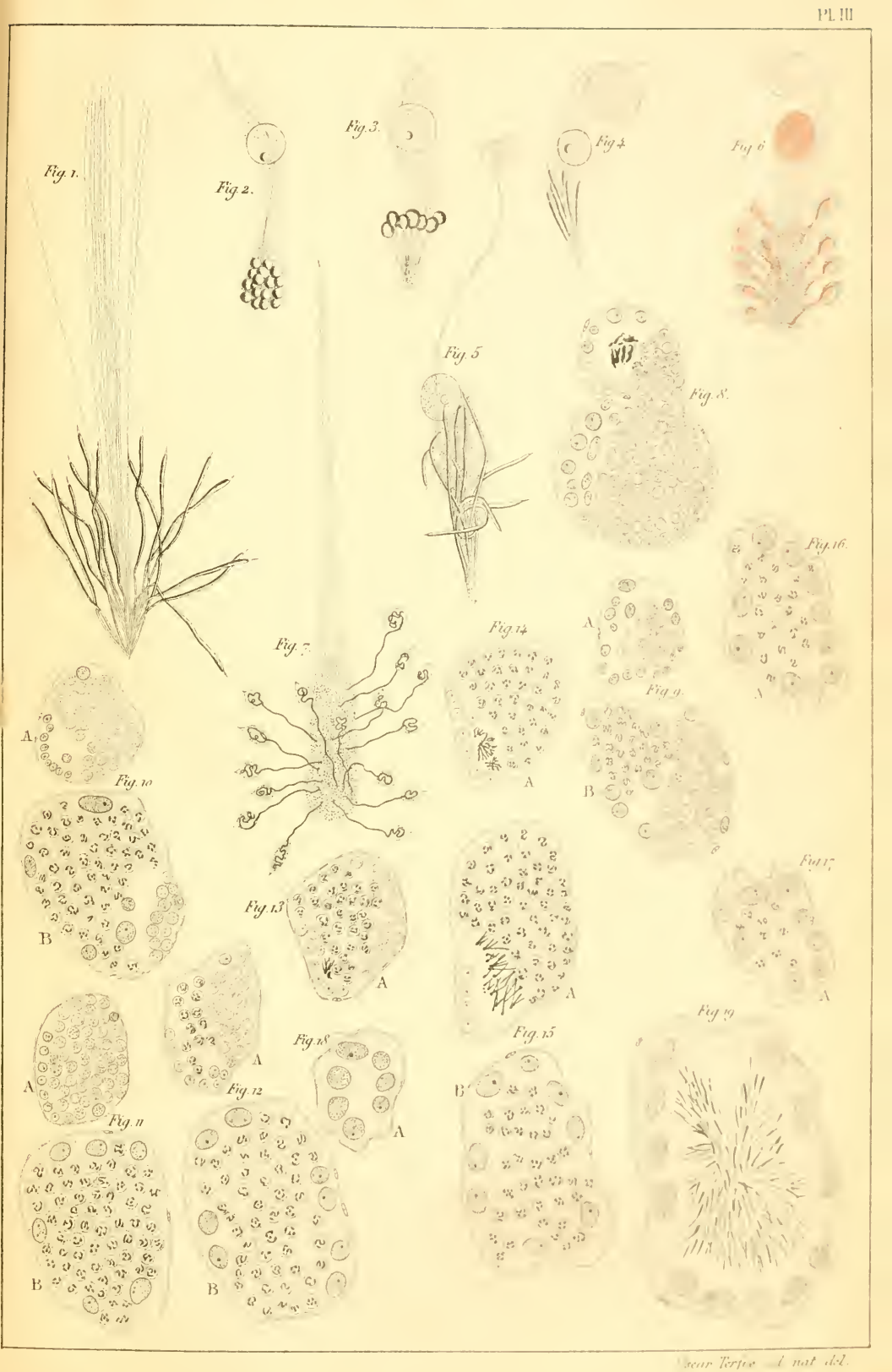
Fig 11 S 5.

Fig 12 S 5

Oscar Ferfve ad nat del



Oscar Terfve ad nat del



Oscar Terfoe ad nat. del.

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 00557 2094